

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

“Islas Flotantes Artificiales con achira (*Canna indica*), como alternativa para la remoción de Nitratos y Fosfatos de agua procedente del río Cutuchi”

AUTORAS:

- ♣ BERMEO ESTEFANIA
- ♣ TIGSE WENDY

TUTOR:

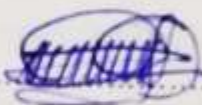
M.Sc Kalina Fonseca

LATACUNGA – ECUADOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

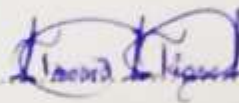
Yo, **BERMEO ZAPATA RAQUEL ESTEFANIA Y TIGSE MASAPANTA WENDY TAMARA**, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: "ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON ACHIRA (*CANNA INDICA*), COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS DE AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI". Siendo la **Ing. MSc. KALINA FONSECA**, tutora del presente trabajo, y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



BERMEO ZAPATA RAQUEL ESTEFANIA

C.I. 050378116-3



TIGSE MASAPANTA WENDY TAMARA

C.I. 050390766-9

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Bermeo Zapata Raquel Estefania, identificada con C.C. N°050378116-3, de estado civil Soltera y con domicilio en Latacunga; Tigse Masapanta Wendy Tamara identificada con C.C. N° 050390766-9 de estado civil Soltera y con domicilio en Latacunga, a quienes en lo sucesivo se denominará LOS CEDENTES; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará LA CESIONARIA en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiantes de la carrera de Ingeniería De Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. -

Fecha de inicio de carrera: Abril 2013

Fecha de finalización: Febrero-2019

Aprobación HCA: 19 de Febrero del 2019

Tutor.- MSc. Kalina Fonseca

Tema: “ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON ACHIRA (*CANNA INDICA*), COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS DE AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, LA/EL CEDENTE autoriza a LA CESIONARIA a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato LA/EL CEDENTE, transfiere definitivamente a LA CESIONARIA y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido LA/EL CEDENTE declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo LA/EL CEDENTE podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de LA/EL CEDENTE en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 20 días del mes de febrero del 2019.



Bermeo Zapata Raquel Estefania



Tigse Masapanta Wendy Tamara

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON ACHIRA (*CANNA INDICA*), COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS DE AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI”, de Bermeo Zapata Raquel Estefania y Tigse Masapanta Wendy Tamara, de la carrera **DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga 20 de febrero del 2019



MSc. Kalina Fonseca

C.I. 172353445-7

DIRECTORA DE TESIS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Bermeo Zapata Raquel Estefanía y Tigse Masapanta Wendy Tamara, con el título de Proyecto de Investigación: **"ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON ACHIRA (*CANNA INDICA*), COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS DE AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI"**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 13 de febrero del 2019.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Vinicio Mogro
CC: 050165751-4

Lector 2
Nombre: Ing. Mercy Ilbay
CC: 060414790-0

Lector 3
Nombre: Ing. David Landívar
CC: 160055872-8

Tutor
Nombre: Ing. Kalina Fonseca
CC: 172353445-7

AGRADECIMIENTO

A mis padres por la dedicación y paciencia puesta en mis sueños por confiar y creer en mis expectativas y por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida al igual que a mis hermanos y personas especiales que ha estado en todo este proceso dándome consejos y por cada una de sus palabras que me guiaron durante la realización de esta tesis, a mis maestro por sus aportes para poder llegar a lograr mi meta.

Autora:

Bermeo Zapata Raquel Estefanía.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar todos los obstáculos y dificultades.

A mis padres: Luis Tigse y Maria Masapanta quienes han buscado distintas maneras de ofrecerme lo mejor y me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mis hermanos: Fabián, Jeaneth, Rene, Edwin, Freddy, Galo, Cristian quienes han estado pendientes durante toda mi etapa de estudio; y me han enseñado que no hay que rendirse y salir adelante.

Autora:

Tigse Masapanta Wendy Tamara.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico a mis padres, hermanos y personas especiales que con cariño han influenciado dándome los mejores consejos guiándome y haciéndome una persona de bien y gracias a esto me permitieron llegar a este momento tan especial en mi vida que es terminar con mi carrera universitaria.

Autora:

Bermeo Zapata Raquel Estefanía

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado con todo mi amor y cariño a mi familia por haber sido mi apoyo fundamental a lo largo de mi carrera universitaria. A todas las personas que me acompañaron y me brindaron sus sabios consejos quienes fomentaron en mí sus conocimientos profesionales.

Autora:

Tigse Masapanta Wendy Tamara

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE

TITULO: “ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON ACHIRA (*CANNA INDICA*), COMO ALTERNATIVA PARA LA REMOCIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS DE AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI”

Autoras:

Bermeo Zapata Raquel Estefania

Tigse Masapanta Wendy Tamara

RESUMEN

Las Islas Flotantes Artificiales son un sistema de fitorremediación de aguas contaminadas, similar a los humedales naturales. El objetivo de esta investigación fue calcular el efecto de *C.indica* en la remoción de NO_3 , PO_4 en aguas procedentes del río Cutuchi. Para ello se instaló una isla flotante de $0,60 \text{ m}^2$ en un cuerpo de agua de 115 litros.

Se empleó un tratamiento con tres repeticiones y un testigo, las evaluaciones de los parámetros removidos fueron cada 21 días y cada siete días del desarrollo de la planta durante cuatro meses. Los porcentajes de remoción fueron: Nitratos 54,11%, Fosfatos 56,22%. El sistema con la variedad *C.indica* constituye una alternativa para mejorar la calidad del agua.

Palabras claves: Nitratos, fosfatos, absorción, IFAs, río Cutuchi.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
AGRICULTURAL AND NATURAL RESOURCES FACULTY

**TITLE: "ARTIFICIAL FLOATING ISLANDS WITH ACHIRA (*Canna indica*),
AS AN ALTERNATIVE TO IMPROVE THE REMOVAL OF NITRATES AND
PHOSPHATES IN THE WATER FROM CUTUCHI RIVER"**

Authors:

Bermeo Zapata Raquel Estefania

Tigse Masapanta Wendy Tamara

ABSTRACT

The artificial floating islands are a system of phytoremediation of polluted waters similar to natural wetlands. The objective of this investigation was to evaluate the effect of the achira "*C indica*" in the removal of nitrates NO-3, phosphates PO.4 in Cutuchi River. For this reason, an island of 0.60 cm² was installed in a 115-liter body of water.

(Treatment 1) three repetitions and one witness. The equations of the parameters removed, were every 21 days; as as the development of the plant for four months. The percentages of removal were 54,11% of nitrates, 56.22% phosphates. The system with the *Canna indica* constitutes an alternative to improve water quality.

Keywords: Nitrates, Phosphates, Artificial Floating Island.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por las señoritas Egresadas de la Carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, **BERMEO ZAPATA RAQUEL ESTEFANIA Y TIGSE MASPANTA WENDY TAMARA**, cuyo título versa **"ISLAS FLOTANTES ARTIFICIALES CON ACHIRA (*Canna indica*) PARA LA REMOCION DE NITRATOS Y FOSFATOS DE AGUA PROCEDENTE DEL RIO CUTUCHI"**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 28 de febrero del 2019

Atentamente,


MARCELO PACHECO PRUNA
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0



Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	x
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	xv
AGRADECIMIENTO.....	xvi
DEDICATORIA	xvii
DEDICATORIA	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	6
5. OBJETIVOS:.....	6
5.1 OBJETIVO GENERAL:.....	6
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	7
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
6.1 Contaminación actual del río Cutuchi	7
6.2 Contaminación por nitratos y fosfatos del río Cutuchi	8
6.3 Tratamientos convencionales	9
6.3.1 El intercambio iónico.	9
6.3.2 La electrocoagulación:	9
6.3.3 Procesos de Biosorción:	10
6.3.4 Precipitación Química.....	10
6.3.5 Coagulación – Floculación.....	10
6.3.6 Nano filtración.....	10
6.3.7 Ultrafiltración.....	11
6.3.8 Extracción con disolventes.....	11
6.5 Métodos alternativos.....	12
6.6. Islas flotantes artificiales	13

6.6.1 Historia.....	14
6.6.2 Estructura.....	14
6.6.3 Funcionamiento.....	15
6.7.1 Latencia/dormancia	17
6.7.2 Germinación/brotamiento y emergencia.....	17
6.7.3 Crecimiento.....	17
6.8 Fenología	18
6.10 Remoción de nitratos y fosfatos	20
6.11 Aplicación del sistema IFA en ecuador	20
6.13 Descontaminación del parámetro a evaluar en el sistema ifa.	23
7. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS).....	23
7.1 Área de estudio	23
7.2 Sitio de recolección del agua.....	24
7.3 Delimitación del área para el proyecto.	24
7.4 Protocolo de toma de muestras (INEN) INAMHI.....	25
7.4.1 Muestreo.....	25
7.4.2 Rotulado	26
7.5 Protocolo de muestreo de acuerdo con las especificaciones del INAMHI	26
7.6 Adecuación del espacio para la instalación del sistema.....	27
7.7 Construcción de la matriz flotante	27
7.7.1 Selección de materiales:.....	27
7.8 Ensamblado de la matriz flotante:.....	28
7.9 Implementación de sustrato	28
7.9.1 Elaboración de sustrato:	28
7.9.2 Aplicaciones del sustrato en el sistema:.....	29
7.10 Adecuación del cuerpo hídrico	30
7.11 Adaptación de la achira (<i>C indica</i>) al sistema.	31
7.12 Determinación del porcentaje de remoción	32
El presente análisis de resultados tiene por objeto dar a conocer de forma detallada los resultados que se obtuvieron durante el proceso de investigación.	34
8.1 Etapas de adaptación.....	35

Desde el periodo (22/11/2018) hasta el (15/01/2019) el crecimiento inicial de las raíces de la achira (canna indica) fue de 4.8 cm llegando alcanzar una longitud total de 38cm.....	37
11. BIBLIOGRAFÍA	45
12. ANEXOS.....	50
Anexo1. Hojas de vida	50
Anexo2: DELIMITACIÓN DEL ÁREA PARA EL PROYECTO.....	52
Anexo3: ADECUACIÓN DEL ESPACIO PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA.....	52
Anexo4: ELABORACION DE FIBRA DE COCO.....	52
Anexo 5: LAVADO DE LA FIBRA	52
Anexo 6: SECADO DE LA FIBRA	53
Anexo 7: ELABORACION DE LA ESTRUCTURA DE LAS IFAS	53
Anexo 8: PUESTA DE LA FIBRA EN LA ISLA.....	53
Anexo 9: PLANTACION DE LA ACHIRA EN LA FIBRA.....	53
Anexo 10: ISLAS TERMINADAS	54
Anexo 11: PUESTA DE AGUA EN LAS IFAS.....	54
Anexo12: TOMA DE MUESTRAS	54
Anexo 13: Matriz crecimiento de la planta.....	55
Anexo14: Primer resultado.	56
Anexo15: Segundo resultado.....	57
Anexo16: Tercer resultado	58
Anexo17: Cuarto resultado	60
Anexo18: Quinto resultado	64

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto Tabla 1.....	5
Tabla 2 Costos de tratamientos convencionales.....	11
Tabla 3: Taxonomía achira (C indica).....	19
Tabla 4: Captación de aguas objeto de investigación.....	24
Tabla 5:Requerimientos para la toma de muestra	26
Tabla 6: Materiales para la elaboración del sustrato.....	29
Tabla 7: Características del sustrato.	29
Tabla 8: Función del sistema aireador.	30
Tabla 9: Trasplante, siembra y adaptación de C. indica.	31

Tabla 10: Concentraciones de nitratos	38
Tabla 11: Concentraciones iniciales de fosfatos.....	39
Tabla 12: Porcentaje de absorción.....	40
Tabla 13: Porcentaje de absorción de fosfatos.....	40
Tabla 14: Variación general de concentraciones	41
Tabla 15: Porcentaje general de remoción de condiciones controladas	42

TABLA DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1: Cuenca del río Cutuchi. (Taco, 2000)	7
Ilustración 2: Isla Flotante artificial.	14
Ilustración 3: a)Plataforma TechIA,(Fonseca & Clairand, s. f.). b) Fibra de coco. («fibra de coco - Buscar con Google», s. f.)	15
Ilustración 4: funcionamiento del sistema IFA (Yeh, Yeh, & Chang, 2015b).....	17
Ilustración 5: Islas flotantes del estero salado.....	21
Ilustración 6: Área de Estudio, Fuente: Autoras, (2019)	23
Ilustración 7: Delimitación del área para el proyecto	24
Ilustración 8: Adecuación del espacio para la instalación del sistema	27
Ilustración 9: Ensamblado de la matriz flotante	28
Ilustración 10: Elaboración de sustrato.....	29
Ilustración 11: Aplicaciones del sustrato en el sistema	30
Ilustración 12: Adecuación del cuerpo hídrico	31
Ilustración 13: Adaptación de la achira (C indica) al sistema.....	32
Ilustración 14: Evaluación etapas de adaptación	35
Ilustración 15: Evaluación etapas de desarrollo	36
Ilustración 16: Desarrollo de la raíz	37
Ilustración 17: Concentraciones de nitratos	38
Ilustración 18: Concentraciones iniciales de fosfatos	39
Ilustración 19: Porcentaje de absorción de nitratos.....	40
Ilustración 20: Porcentaje de absorción de fosfatos	41
Ilustración 21: Variación general de concentraciones	42
Ilustración 22: Porcentaje general de remoción de condiciones controladas	43

1. INTRODUCCIÓN

La microcuenca del río Cutuchi (MRC) atraviesa dos provincias: Cotopaxi y Tungurahua, estas aguas riegan los campos agrícolas con altos niveles de contaminantes provenientes de las actividades antrópicas e industriales.

El presente proyecto busca evaluar una alternativa ecotecnológica para tratar aguas contaminadas mediante islas flotantes artificiales; dichas islas funcionan como sumideros de nutrientes y otros elementos, además como amortiguadores para contaminantes orgánicos e inorgánicos, funcionando como humedales artificiales, cuya aplicación se podría enfocar en el tratamiento aguas residuales provenientes de industrias y domicilios.

En la presente investigación se implementó y evaluó el sistema de islas flotantes artificiales con Achira (*Canna indica*); esta especie ha sido usada para la eliminación de nitratos y fosfatos. La *Canna indica* puede propagarse por semillas, rizomas o cormos, se desarrollan bien en una gran variedad de climas y suelos. La achira ha generado mucho interés a nivel mundial como una tecnología alternativa para la remediación de suelos y agua.

El sistema fue constituido por una matriz flotante de soporte para el crecimiento de la especie Achira en donde sus raíces cumplen la función de absorber la concentración de contaminantes presentes en las aguas residuales.

La investigación se llevó a cabo en el campus de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, campus (CAREN), lo cual se obtuvo absorción mediante muestreos realizados cada 20 días.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El siguiente proyecto se realizó con la finalidad de evaluar una alternativa para mejorar el agua provenientes del río Cutuchi mediante la utilización de islas flotantes con la especie (*C. indica*) lo cual tiene la capacidad absorción de nitratos y fosfatos.

Utilizando el sistema de islas flotantes se pretende tratar las aguas del río Cutuchi ya que se encuentra contaminado debido a la mala práctica ambiental que cada una de las industrias produce a lo largo de la red hídrica.

Debido a que depositan desperdicios u envían aguas contaminadas sin tratar de sus procesos productivos como productos de limpieza, jabones detergentes sin ningún tipo de tratamiento, elevando las concentraciones de fosfatos mientras que la agricultura y ganadería no tecnificada elevan la cantidad de nitratos debido a que no se realiza ningún tipo de tratamiento por su costo elevado.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios son determinados en base de la población y vivienda realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censo, además se consideran grupos o instituciones inherentes al manejo del recurso hídrico.

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto Tabla 1

BENEFICIARIOS DIRECTOS	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
Secretaria del Agua Ministerio del Ambiente Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Salud Publica Gobiernos Autónomos Descentralizados Academia	Pobladores de la micro cuenca del río Cutuchi.

Elaborado por: Autoras, 2019.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Los factores que influyen negativamente en la supervivencia de los ríos, principalmente en los países de alta producción agrícola, es la utilización indiscriminada y sin protocolos establecidos de insecticidas e herbicidas. Los cuales muchas veces son esparcidos por fumigaciones por medio de aviones, cayendo parte de los mismos en los ríos, sumándose a esto el lavado de los restos también han producido mortandad de peces en los cursos de agua utilizados.

En el Ecuador, solo el 12% de las aguas que se emplean en el consumo humano recibe un tratamiento adecuado previo a su descarga en ríos y quebradas, de acuerdo con la Secretaría Nacional del Agua (Senagua). Somos conscientes de la necesidad de protección ambiental y de garantizar salud a la población. Lamentablemente las aguas residuales no son tratadas en la medida de lo necesario en nuestro país.

En el caso de la Provincia de Cotopaxi, las actividades antrópicas propias del sector, como es de uso agrícola y abastecimiento para regadío sin embargo el principal problema de la cuenca es la mala práctica ambiental que cada una de las industrias tiene a lo largo de la red hídrica. (Adhanom, 2018)

La agricultura y ganadería no tecnificada contaminan las aguas con nitratos mientras que la contaminación de fosfatos se debe al alto grado de desechos domiciliarios como el uso de jabones y detergentes ya que estas no son tratadas después de su uso para pasar a formar partes del canal de riego Latacunga- Salcedo-Ambato a partir del sector sur de la ciudad de Latacunga.

El problema de la contaminación se agrava en dicho momento ya que recibe un volumen diario de 30.000 m³ de aguas servidas de uso doméstico, aguas residuales de algunas fábricas. (Ban Ki-moon, 2014)

5. OBJETIVOS:

5.1 OBJETIVO GENERAL:

- ❖ Evaluar el efecto de la especie (*C. indica*) en la remediación de aguas contaminadas con nitratos y fosfatos.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Estructurar el sistema de islas flotante y evaluación del desarrollo de la planta.
- ❖ Determinar el porcentaje de absorción de nitratos y fosfatos.
- ❖ Evaluar las islas flotantes como sistema alternativo de remediación de aguas.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1 Contaminación actual del río Cutuchi

La microcuenca del río Cutuchi está limitada al este y oeste por las primeras elevaciones de la Cordillera Occidental y Cordillera Oriental del Ecuador y forma parte del mayor sistema hidrográfico de la cuenca del río Pastaza, se encuentra entre las provincias de Cotopaxi y Tungurahua.

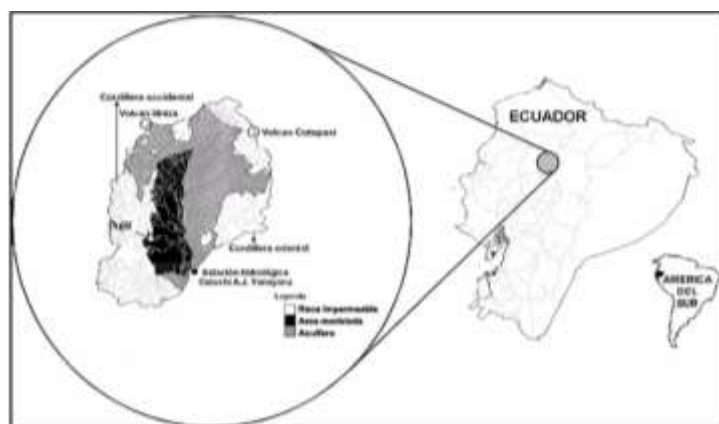


Ilustración 1: Cuenca del río Cutuchi. (Taco, 2000)

Esta microcuenca es vulnerable a la contaminación, ya que a lo largo de su tramo existen industrias y asentamientos que descargan aguas negras, aguas grises, vertidos industriales, domésticos y urbanos, es por ello que (Reyes, Galarraga, & Abraham, s. f.), afirma que “los principales problemas de la cuenca de estudio son el déficit hídrico, la alarmante contaminación y la deficiente administración del agua, que tiene como efectos directos problemas de morbilidad generados por enfermedades hídricas, un ineficiente sistema de abastecimiento de población, inexistente tratamiento de efluentes sanitarios y vuelcos agroindustriales, deposición abierta de residuos urbanos y ausencia de obras de control, regulación y reservorios”.

Entre los elementos contaminantes que las industrias vierten al río Cutuchi (Vásquez R., Yáñez E., 2015) nos menciona:

- Sustancias químicas inorgánicas
 - ✓ Ácidos
 - ✓ Compuestos de metales tóxicos
- Sustancias químicas orgánicas:
 - ✓ Derivados de petróleo
 - ✓ Plásticos
 - ✓ Plaguicidas
 - ✓ Detergentes

Las aguas servidas provienen principalmente de la ciudad de Latacunga que contiene elementos orgánicos e inorgánicos, como es el material fecal, papel higiénico, restos alimenticios, restos de materiales de limpieza, detergentes, plástico, vidrio y otros elementos que son despachados de manera directa al río por medio de las cañerías de desagüe, estos factores degradan la calidad de agua. Así (Fonseca K, Ilbay M, 2017) concluyen que “la clasificación del agua del río Cutuchi realizada con base en los criterios de Índice de Calidad del agua ICA-NSF muestra que la calidad global del agua se encuentra en el rango de mala calidad”.

6.2 Contaminación por nitratos y fosfatos del río Cutuchi

La microcuenca del río Cutuchi es parte de la cuenca del río Pastaza. Gran parte de la provincia de Cotopaxi, y parte de la provincia de Tungurahua se encuentra atravesada por el río Cutuchi. Tiene una área de 2677 km² y una longitud de 60 km aproximadamente. Se encuentra en la actualidad en una situación crítica de contaminación que en parte se debe a la descarga de aguas residuales por parte de las poblaciones por las cuales el río transita, así como de diferentes industrias que de igual manera descargan efluentes al río. Esta contaminación genera graves inconvenientes a la población en general debido a que el agua del río tiene una alta contaminación de nitratos debido a la agricultura y ganadería no tecnificada mientras que la alta contaminación de fosfatos se da por el alto consumo de detergentes, jabones. Troya (2012)

Estudios afirman que existen dos tipos de fuentes de contaminación de las aguas naturales por compuestos nitrogenados: la contaminación puntual y la dispersa. El primer caso se

asocia a actividades de origen industrial, ganadero o urbano (vertido de residuos industriales, de aguas residuales urbanas o de efluentes orgánicos de las explotaciones ganaderas, y lixiviación de vertederos, entre otros), mientras que, en la contaminación dispersa o difusa, la actividad agronómica es la causa principal (Vitousek et al., 1997). Las principales rutas de ingreso de nitrógeno a las masas de agua son a través de aguas residuales industriales o municipales, por tanques sépticos o descargas de corrales ganaderos, residuos animales (incluyendo aves y peces) y también por las descargas de la emisión de gases de vehículos (Meza-S, Rubio-M, G-Dias, & M-Walteros, 2012)

Como antecedente, se sabe que el río Cutuchi durante varios años 70 sufrió un incremento considerable del ion fosfato, que provocó la muerte de los peces y de muchas especies marinas, por la gran cantidad de polifosfatos provenientes de los detergentes en las aguas residuales. El ion fosfato suele operar como un nutriente del crecimiento de algas (C. Baird, 2001), esto quiere decir que al existir mayor concentración de fosfatos (PO_4^-), crecen las algas de manera desmedida, lo que a su vez afecta la cantidad de oxígeno presente en el agua y, por ende, el crecimiento descontrolado de materia orgánica viva, situación que conlleva una mayor tasa de descomposición, que finalmente conduce a un proceso franco de eutrofización. (Bolaños-Alfaro, Cordero-Castro, & Segura-Araya, 2017)

6.3 Tratamientos convencionales

6.3.1 El intercambio iónico.

Es una operación de separación basada en la transferencia de materia fluido-sólido, en el proceso de intercambio iónico ocurre una reacción química en la que los iones móviles hidratados de un sólido son intercambiados por iones de igual carga de un fluido. (Leal M., 2013)

6.3.2 La electrocoagulación:

La electrocoagulación es una alternativa de solución a los graves problemas de contaminación causada por los diferentes efluentes industriales especialmente aquellos que liberan materiales pesados durante el proceso de producción.

Además, en este proceso no es necesario introducir otros elementos químicos para lograr la coagulación se reduce el riesgo de exposición a mayores desechos peligrosos. (Aziz, Adlan, & Ariffin, 2008). También nos explica que “las investigaciones realizadas para reducir materiales pesados como el cromo en aguas residuales de una curtiembre con la

electrocoagulación han logrado remociones cercanas al 95% de cromo (cr) y del 70% en 20 minutos de proceso”.

6.3.3 Procesos de Biosorción:

El término “biosorción”, se utiliza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa completa (viva o muerta), a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. Cuando se utiliza biomasa viva, los mecanismos metabólicos de captación también pueden contribuir en el proceso. (Quezada, R, Varela, E., & Rosa, M. A., 2012)

El proceso de biosorción involucra una fase sólida (sorbente) y una fase líquida (solvente, que es normalmente el agua) que contiene las especies disueltas que van a ser sorbidas (sorbato, e. g. iones metálicos). Debido a la gran afinidad del sorbente por las especies del sorbato, este último es atraído hacia el sólido y enlazado por diferentes mecanismos. Este proceso continúa hasta que se establece un equilibrio entre el sorbato disuelto y el sorbato enlazado al sólido (a una concentración final o en el equilibrio).

6.3.4 Precipitación Química.

Según (Marin, 2012) , “Este método es aplicable para la eliminación de metales que precipiten”, esto mediante una previa alcalinización del sistema, bien como carbonatos o bien como sulfuros: recordando al efecto de los casos de Fe, Sn, Ag, Hg, Ni, Zn, Cu. Con la precipitación química se logran altos rendimientos de eliminación de metales, incluso a valores de pH más bajos que los estequiométricos, y aun en presencia de compuestos y sustancias químicas con capacidad de formar complejos metálicos.

6.3.5 Coagulación – Flocculación.

Según (Marin, 2012) “Pueden emplearse para reducir de un agua residual altas cargas orgánicas, incluso cargas con alto porcentaje de bio-degradabilidad, contando con la ventaja adicional de que además los efluentes puedan presentar un contenido importante de metales u otros compuestos inorgánicos, que también se separarían colateralmente.”

6.3.6 Nano filtración.

Es una técnica de tratamiento de agua relativamente reciente que utiliza membranas con poros muy pequeños (<1 nm) y requiere presiones de funcionamiento en el rango de 10-50 bar. Por lo tanto, las membranas empleadas para la nanofiltración son capaces de retener especies neutras con peso molecular <200- 300 g/mol, y también para rechazar iones inorgánicos por un mecanismo de exclusión por tamaño en combinación con las interacciones electrostáticas entre los iones y la membrana cargada, presenta mayor rechazo de iones divalentes y menor rechazo de iones monovalentes, la presión de funcionamiento más baja, mayor flujo y menor consumo de energía en comparación con la osmosis inversa. (Perdomo A. et al., 2015)

6.3.7 Ultrafiltración.

Según (Leal M., 2013) “La ultrafiltración es un proceso de fraccionamiento selectivo utilizando presiones de hasta 145 psi (10 bares). La ultrafiltración se utiliza ampliamente en el fraccionamiento de leche y suero, y en fraccionamiento proteico.

Concentra sólidos en suspensión y solutos de peso molecular mayor a 1000 umas. El permeado contiene solutos orgánicos de bajo peso molecular y sales.”

6.3.8 Extracción con disolventes.

Según (Aziz et al., 2008) En las técnicas extractivas en las que se hace uso de los coeficientes de reparto de una sustancia dada frente a otra u otras, es decir, de su distinta afinidad con relación a los componentes existentes en mezclas de sustancias variadas, suelen emplearse compuestos orgánicos activos, para extraer otros compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes del efluente.

6.4 Costos de tratamientos convencionales

Tabla 2 Costos de tratamientos convencionales

	TRATAMIENTO	COSTOS	LIMITANTES
FILTRACIÓN	Filtros de arena	Costo bajo de inversión en infraestructura, costo elevado de terreno.	No pueden remover turbiedades elevadas y que requieren de grandes superficies.

	Filtros de tierras diatomáceas	Costo bajo de inversión y de manejo.	No retienen materia orgánica.
	Filtros de carbón activado	Costo bajo de inversión, costo medio de mantenimiento.	No remueven bacterias, metales, nitratos, generan residuo.
DESINFECCIÓN	Cloro	Costo bajo de inversión, costo medio de mantenimiento.	Generación de subproductos.
	Cloramina	Costo medio de inversión y de mantenimiento.	Poder desinfectante limitado.
	Ozono	Costo elevado de operación.	Escaso poder residual.
	Luz ultravioleta	Costo medio de inversión y operación.	No previene recrecimiento bacteriano.
FILTROS DE MEMBRANA	Micro filtración	Costo moderado de inversión y operación.	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana.
	Ultrafiltración	Costo elevado de inversión y operación.	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana.
	Nano filtración	Costo muy elevado de inversión y operación.	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana.
	Osmosis Inversa	Costo muy elevado de inversión y operación.	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana, requiere manejo de sal muera.

Fuente: (Leal , 2013)

6.5 Métodos alternativos

6.5.1 La biorremediación

Es una tecnología que utiliza el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes, y, por tanto, se puede utilizar para limpiar terrenos o aguas contaminadas. Su ámbito de aplicabilidad es muy amplio, pudiendo considerarse como objeto cada uno de los estados de la materia. («fundamentos_ biorremediacion.pdf», s. f.)

6.5.2 Humedales artificiales

Los humedales artificiales consisten normalmente en un monocultivo o policultivo de plantas superiores (macrofitas) dispuestas en lagunas, tanques o canales poco profundos. («capítulo 6.pdf», s. f.)

6.5.3 Fitorremediación

La fitorremediación aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo. (López & Vong, s. f.)

6.6. Islas flotantes artificiales

Las Islas Flotantes Artificiales (IFAs), denominadas en inglés “Floating Treatment Wetlands” (FTWs) son sistemas flotantes de humedales artificiales que son diseñados en base a los sistemas flotantes naturales como son el caso de los humedales existentes en diferentes cuerpos de agua, tienen el propósito de ser aplicadas en lagos y lagunas como método de remoción de contaminantes como nitratos y fosfatos y como método de restauración de ecosistemas acuáticos, estas están estructuradas por una estera orgánica gruesa flotante que soporta el crecimiento de las plantas macrofitas, las cuales han demostrado ser eficientes en la remoción de contaminantes.

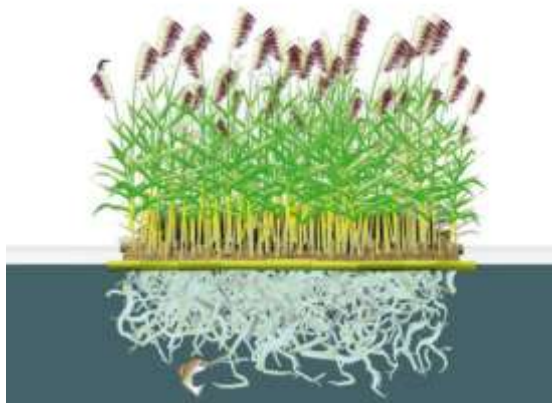


Ilustración 2: Isla Flotante artificial.

(«Participa construyendo la isla flotante | Zona Camargo», s. f.)

Las IFA remueven contaminantes por vario mecanismos como explica (Wang, 2010) “mediante la absorción de nutrientes y metales, el desarrollo de biopelículas, la liberación de enzimas extracelulares, la sedimentación, la unión de contaminantes y el aumento de la floculación de materia en suspensión”.

6.6.1 Historia

Las IFAs pertenecen a las tecnologías ambientales emergentes. Fueron originalmente desarrolladas en los años 50 con el objetivo de crear áreas de desove para peces, pero no tuvieron acogida hasta después de 1995. En Alemania, Estados Unidos y Japón decidieron implementarlas en lagos y lagunas como método de remoción de contaminantes obteniendo buenos resultados. (Wang, 2010)

La efectividad de las macrófitas flotantes en la depuración de aguas residuales con contenidos de materias orgánicas y nutrientes ha sido estudiada por varios autores. En las últimas dos décadas, las islas flotantes aparecen como una evolución natural de los humedales artificiales o filtros verdes y se han estudiado en diversas partes del mundo, para diferentes aplicaciones, tales como la mejora de la calidad del agua, la creación de hábitats y la depuración de distintos tipos de aguas residuales. (Jian-feng, Z., Gu-yuan, L., Xiao-yi, X., Jia, C., and Wei-qun, S., , 2003).

6.6.2 Estructura

Para asegurar la durabilidad, resistencia y eficiencia en el proceso de remediación ambiental, el diseño de los lechos flotantes de las IFAs toma en cuenta parámetros físicos y biológicos; estos están relacionados con las materias, materiales y su disposición en el lecho flotante. Entre estos tenemos:

- Flotabilidad
- Medio de crecimiento

La flotabilidad, puede ser provista en las estructuras de las IFAs por tubos de polivinilo o polipropileno sellados, láminas de poliestireno, bambú y almohadillas de vinilo inflables. El medio de crecimiento de las plantas tiene que ser seleccionado con precaución para favorecer el desarrollo de las raíces de las macrofitas, así como su colonización por biopelículas. (Fonseca & Clairand, s. f.)

Para ello es recomendable rellenar la estructura interna con fibras naturales como las de coco, caña de bambú, caña y paja de cebada o con polímeros sintéticos.



Ilustración 3: a) Plataforma TechIA, (Fonseca & Clairand, s. f.). b) Fibra de coco. («fibra de coco - Buscar con Google», s. f.)

6.6.3 Funcionamiento

Las islas flotantes se diseñan basándose en los sistemas flotantes naturales existentes en diferentes cuerpos de agua y están estructuradas por una estera orgánica gruesa flotante que soporta el crecimiento de las plantas (Yeh, Yeh, & Chang, 2015a).

Las secciones de las plantas sumergidas juegan un papel importante en los procesos de tratamiento de las IFAs. El agua atraviesa por debajo de la estera, mientras los contaminantes son removidos por la superficie de las raíces que forman biopelículas.

Según («Humedales artificiales como sistemas naturales de depuración de aguas residuales. Conceptos e historia. | El Agua», s. f.) manifiesta que: Las islas flotantes o humedales artificiales son zonas o lugares construidas por la mano del hombre en las que, de forma controlada, se reproducen mecanismos de eliminación de contaminantes los cuales están presentes en aguas residuales, que se dan en los humedales naturales mediante procesos físicos, biológicos y químicos. El carácter artificial de este tipo de humedales viene definido por: el confinamiento del humedal, el cual se construye

mecánicamente y se impermeabiliza para evitar pérdidas de agua al subsuelo, el empleo de sustratos diferentes del terreno original para el enraizamiento de las plantas y la selección de las plantas que van a colonizar el humedal.

Los principales actores son:

6.6.4 El sustrato: sirve de soporte a la vegetación, permitiendo la fijación de la población microbiana, que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes.

6.6.5 La vegetación (macrofitas): contribuye a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de nutrientes y sobre la que su parte subterránea también se desarrolla la comunidad microbiana.

6.6.6 El agua a tratar: circula a través del sustrato y de la vegetación

Los mecanismos involucrados en la eliminación de los principales contaminantes presentes en las aguas residuales urbanas, mediante el empleo de islas flotantes son:

- Eliminación de sólidos en suspensión mediante procesos de sedimentación, floculación y filtración.
- Eliminación de materia orgánica mediante los microorganismos presentes en el humedal, principalmente bacterias, que utilizan esta materia orgánica como sustrato. A lo largo del humedal existen zonas con presencia o ausencia de oxígeno molecular, por lo que la acción de las bacterias sobre la materia orgánica tiene lugar tanto a través de procesos biológicos aerobios como anaerobios.
- Eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, principalmente mediante mecanismos de nitrificación – desnitrificación y precipitación.
- Eliminación de patógenos mediante adsorción, filtración o depredación.
- Eliminación de metales pesados como cadmio, cinc, cobre, cromo, mercurio, selenio, plomo, etc.(«Humedales artificiales como sistemas naturales de depuración de aguas residuales. Conceptos e historia. | El Agua», s. f.).
- Las islas flotantes atraen bacterias benéficas que existen en varios cuerpos de agua en este caso muestras de la microcuenca del río Cutuchi, una de sus funciones es descomponer los contaminantes que existen en el flujo del agua. En las islas flotantes se colocan aireadores el cual va a generar oxígeno en

nuestro cuerpo de agua, lo que nos ayudara al crecimiento de nuestra especie en estudio (Figura 4).

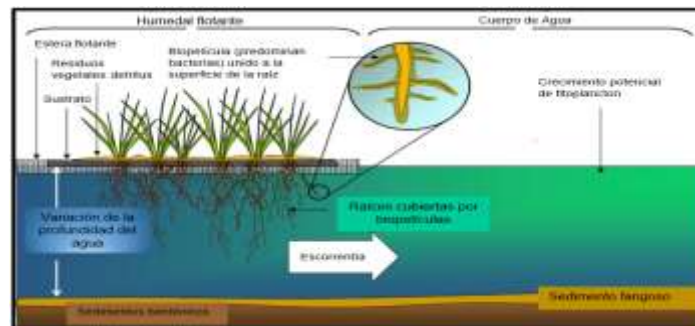


Ilustración 4: funcionamiento del sistema IFA (Yeh, Yeh, & Chang, 2015b)

6.7 Achira

La achira pertenece a la familia Cannaceae, es una hierba robusta que crece sobre todo en lugares húmedos, como zanjas y canales de riego.

Es de origen sudamericano y los arqueólogos han encontrado que se cultivaba en Perú hace 4.500 años. También habitan México, Centroamérica, Sudamérica y las Antillas (región neotropical). Villaseñor & Espinosa (1998).

Rzedowski establece que (*C. indica*) es una planta herbácea perenne, de rizoma carnoso y ramificado de hasta 20 x 15 cm. La superficie del rizoma está labrada por surcos transversales, que marcan la base de escamas que la cubren; de la parte inferior salen raicillas blancas y del ápice, donde hay numerosas yemas, brotan las hojas, el vástago floral y los tallos. Los tallos aéreos pueden alcanzar 1-3 m de altura y forman una macolla compacta, estando envueltos por las vainas de las hojas. Las hojas son anchas, de color verde o verde violáceo, con pecíolos cortos y láminas elípticas, que pueden medir de 30 a 60 cm de largo y 10 a 25 cm de ancho, con la base obtusa o estrechamente cuneada y el ápice es cortamente acuminado o agudo. Rzedowski (1998)

6.7.1 Latencia/dormancia

En Colombia y en países de América del Sur la latencia de *Canna indica* se efectúa en los meses de octubre y noviembre respectivamente, ya que en estos meses es donde hay más lluvias Najarro, 1995.

6.7.2 Germinación/brotamiento y emergencia

La achira es una especie que puede propagarse semilla asexual o vegetativamente por rizomas o cormos, esta última técnica es la más utilizada por los agricultores por ser más eficiente, es decir, es más rápida Najarro, 1995. La achira es un tipo de planta de las más robustas de todas las raíces cultivables, crecen y se desarrollan bien en una gran variedad de climas y suelos y tiene ínfimos problemas relacionados con enfermedades y plagas.

6.7.3 Crecimiento

Cenzano (1997), afirma que a partir de un rizoma- semilla se puede diferenciar tres etapas:

- **Etapa 1:** Se inicia el crecimiento del tallo y del cormo de primer orden, desarrollándose tallos aéreos y raíces. Este periodo tiene una duración de tres meses.
- **Etapa 2:** Dura de 6 a 9 meses, incluyendo el desarrollo de cormos de segundo, tercer y cuarto orden.
- **Etapa 3:** Se inicia la decadencia de la planta, con formación de yemas secundarias en los cormos que no producen tallos muy desarrollados y el secamiento de los tallos más viejos.

6.7.4 Floración/fructificación

En España y en países del viejo continente esta etapa se da en los meses de julio, agosto, septiembre, que es la época de verano hasta bien avanzado el otoño los días son muy largos y las noches cortas; las precipitaciones son en forma de tormenta y las temperaturas son elevadas. Las plantas están llenas de hojas y frutos.

6.7.5 Senescencia.

Se da 1 o 2 meses después de la floración.

6.8 Fenología

6.8.1 Clima.

La achira se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2700msnm, en Huila (Colombia) se ha obtenido rendimientos óptimos entre los 800 -1850 msnm y en Ecuador este cultivo se obtiene desde los 800- 2500msnm Cueva & Erreis (2008).

6.8.2 Temperatura:

Requiere de temperaturas tropicales, áreas libres de heladas durante el periodo de maduración de los rizomas. Los máximos rendimientos de dicha especie son obtenidos en sitios donde los días y las noches en promedio más cálidos, con periodos cortos de variación de temperatura Gonzales (1987). En términos generales se desarrollan desde los 9°C hasta los 30 °C a 32°C

6.8.3 Precipitación:

La achira requiere de lluvias moderadas y bien distribuidas; resiste a periodos de sequias; el exceso de humedad puede provocar un desarrollo anormal del follaje y de los rizomas presentándose pudrimiento general de la planta. El requerimiento de agua durante el periodo vegetativo es de 800 a 1200 mm Cueva and Erreis, (2008).

6.8.4 Luminosidad:

La achira es una planta de fotoperiodo neutro, es decir, no es afectada por las longitudes de las horas luz o de oscuridad Sánchez (1978).

6.8.5 Suelo.

Se desarrolla en una amplia gama de suelos, su mejor comportamiento se ha obtenido en suelos sueltos, francos, francos arenosos o francos limosos, ricos en materia orgánica, susceptibles a encharcamiento prolongado; tolera la acidez y crece en pH de 4.5 a 8.0, su mejor comportamiento se observa en pH de 5 a 6,5 pero requiere de mayores proporciones de N y K Cueva and Erreis, (2008).

6.8.6 Agua

De manera general se puede afirmar que el cultivo de achira no se riega artificialmente, debido a que en las regiones se siembra esta especie caen más de 1300 mm de lluvia por año. En cultivos tecnificados es necesario utilizar riego suplementario si se presentan periodos secos, principalmente en la fase inicial de desarrollo del cultivo. En términos generales cuando la evaporación de un lugar es mayor que la precipitación se debe emplear riego Gonzales (1987). La excesiva humedad causa un desarrollo anormal del follaje. El requerimiento de agua durante el periodo vegetativo es de 800 a 1120 mm bien distribuidos.

6.9 Clasificación Taxonomica

Tabla 3: Taxonomía achira (C indica)

TAXONOMIA	
Reino	Plantae

Phylum	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Cannaceae
Género	Canna
Especie	Canna indica L

Fuente: Rzedowski (1998)

6.10 Remoción de nitratos y fosfatos

La remoción de nitratos y fosfatos se da principalmente en la raíz de la planta ya que en donde las comunidades microbianas presentes en los sistemas de depuración de aguas se agrupan en estructuras y forman las biopelículas que son agregados de partículas orgánicas e inorgánicas junto con una comunidad microbiana unido a través de polímeros microbianos extracelulares.

Los sistemas biológicos de depuración se encuentran constituidos por bacterias, protistas, metazoos, hongos, algas y organismos filamentosos. Los hongos y las algas generalmente no tienen gran importancia dentro del proceso, mientras que los protistas, metazoos, las bacterias y los organismos filamentosos son los principales responsables de la eficiencia en el tratamiento biológico del agua residual. Cada una de estas poblaciones desempeña un papel determinado en el proceso y en conjunto forman la comunidad biológica característica del sistema de depuración. (Hubbard, 2010).

6.11 Aplicación del sistema IFA en Ecuador

En el Ecuador se creó un proyecto piloto de islas flotantes que se implementó en el año 2017, a finales de junio, el Ministerio del Ambiente (MAE) para descontaminar el estuario. En los últimos siete años es la cuarta alternativa ambiental encaminada a solucionar la problemática. En el estuario, que bordea el parque lineal en el sector Cisne

II, ya no emergen bolsas plásticas, pañales, llantas, sino 40 islas flotantes que sostienen a una variedad de plantas, muchas de ellas mangles que en unos meses empezarán a florecer. De lejos parece un jardín que se mueve al ritmo de la marea y del viento que sopla.(Telégrafo, 2017) (Figura 5).

Se escogió el estero Palanqueado por ser uno de los ramales del Salado en el que ya existió la intervención por parte del Gobierno. “Tres meses antes de la implementación de las 40 islas, fue realizado un estudio sobre las condiciones del caudal, calidad, profundidad y otros parámetros”. El sistema operará durante un año y cada mes se realizarán monitoreos de la calidad del agua. Por su parte, Granizo indicó que si el proyecto funciona lo replicarán en los sitios más críticos. “Las islas son móviles y podemos llevarlas a los puntos que lo necesiten”. El presupuesto del proyecto, añadió, fue de \$ 400.000, de los cuales \$ 200.000 son financiados por TIKa y el resto por el MAE. Asimismo, dijo que el sistema no es la única actividad que garantiza la descontaminación del estero. “La limpieza del estuario es integral y no solo del MAE, sino en conjunto entre varias instancias. Las islas son una parte de la solución del problema. La otra es que no haya vertido de aguas servidas, que la ciudadanía no arroje basura y que siga trabajando la canoa limpiadora de desechos que envía el Municipio”.(Telégrafo, 2017)



Ilustración 5: Islas flotantes del estero salado

6.12 (C. indica) para la remoción de Nitratos y fosfatos.

Para aplicar fitorremediación, las especies se seleccionan teniendo en cuenta la tolerancia al contaminante, que está relacionada con mecanismos fisiológicos que permiten el normal funcionamiento en presencia de altas concentraciones de tóxicos potenciales, en el presente (**«Fitorremediación de Aguas Residuales con Canna Índica: Evaluación preliminar ... - Auxilia Dolores Mallia-Minio - Google Libros», s. f.**), estudio la

remoción de nitratos y fosfatos mediante fitorremediación con *Canna indica* y *Canna glauca*, plantas tropicales adaptables al medio acuático (emergentes). Se emplean rectores que simulan humedales de flujo superficial, y se estudia la capacidad de ambas especies de remover del agua, así como también, el efecto que ejercen sobre la remoción del líquido y el número de las plantas, encontrándose que los mayores valores de remoción de nitratos y fosfatos con la especie (*C. indica*).

También (**Fonseca & Clairand, s. f.**) menciona que la (*C. indica*) se ha utilizado para tratar las aguas del río Yangtsé, China comprueba la eficiencia de esta planta en la eliminación de nitratos y fosfatos en el agua. Así mismo, Sun et al., 2009 trataron aguas contaminadas en el río Zhujiang (Guangzhou) con un sistema flotante encontraron porcentajes de disminución de la concentración .

(*C. indica*) es de origen sudamericano herbácea perenne, de rizoma carnoso y ramificado de hasta 20 x 15 cm. La superficie del rizoma está labrada por surcos transversales, que marcan la base de escamas que la cubren; de la parte inferior salen raicillas blancas y del ápice, donde hay numerosas yemas, brotan las hojas, el vástago floral y los tallos. Los tallos aéreos pueden alcanzar 1-3 m de altura y forman una macolla compacta, estando envueltos por las vainas de las hojas. Las hojas son anchas, de color verde o verde violáceo, con pecíolos cortos y láminas elípticas, que pueden medir de 30 a 60 cm de largo y 10 a 25 cm de ancho, con la base obtusa o estrechamente cuneada y el ápice es cortamente acuminado o agudo. La nervadura central es prominente y de ella se derivan las laterales. Inflorescencia en racimo terminal con 6-20 cinceos de 1-2 flores. Se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2.700 msnm, pero prospera en climas montañosos tropicales o subtropicales templados, entre los 1.000 y 2.000 msnm; a temperatura promedio de 14 a 27 °C y precipitaciones anuales mínimas de 500 mm y hasta de 1.200 mm. Crece en suelos livianos de textura franca o franco-limosa. Crece de preferencia donde hay algo de humedad. La planta no tiene una época específica para ser cultivada. Los rizomas tiernos empiezan a los 6 meses, mientras que los rizomas más grandes entre los 8 y los 10 meses.

Los Mecanismos de eliminación de contaminantes en el caso de los humedales artificiales se encuentran principalmente procesos físicos químicos y biológicos que favorecen la depuración de las aguas residuales en los humedales.

Las plantas enraizadas consisten en la creación de un sustrato poroso de alta conductividad hidráulica en el cual favorece la actividad microbiana y por lo tanto se optimiza la degradación de nitratos y fosfatos. Este sustrato está formado por rizomas-raíces. Compuesto a través el cual se mantiene siempre su nivel por debajo de la superficie. La planta tiene un ciclo de vida aproximadamente de 1 a 3 años.

6.13 Descontaminación del parámetro a evaluar en el sistema ifa.

Mediante la aplicación de una isla flotante artificial nuestro objetivo primordial es descontaminar las muestras de aguas procedentes del río Cutuchi, ya que previo a estudios se ha identificado que existe un alto grado de contaminación de este río, a lo largo del tiempo por las diferentes actividades que desarrolla el Cantón Latacunga. Nuestra especie en estudio es la (*C. indica*) ya que tiene características propias de absorción; con el cual se plantea descontaminar nitratos y fosfatos. («T-PUCE-5909.pdf», s. f.)

7. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS)

7.1 Área de estudio

Las aguas objeto del estudio corresponden hidrológicamente a las aguas que encausan por el río Cutuchi, estas forman parte de la Demarcación Hidrográfica de Pastaza corresponden según la metodología de PFAFSTETTER a nivel No.5.

La micro cuenca del río cutuchi se encuentra ubicada en los cantones de Latacunga, Salcedo y parte de Ambato, nace de los deshielos del volcán Cotopaxi, su trayecto es de 100.591 km. INAMHI, (2016)

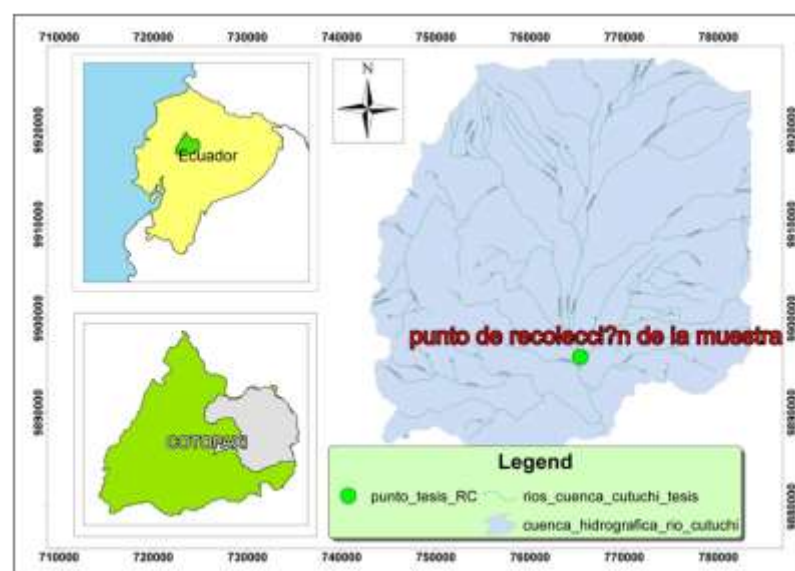


Ilustración 6: Área de Estudio, Fuente: Autoras, (2019)

7.2 Sitio de recolección del agua

El recurso hídrico en estudio se ha recolectado en la zona centro norte de la micro cuenca del río Cutuchi, en una importante área de influencia de descargas municipales, industrial y hospitalaria. División política 05 Cotopaxi, 01 Latacunga, su ubicación geográfica y cota aproximada se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4: Captación de aguas objeto de investigación

Coordenadas UTM WGS- 84-Z17S		
X	Y	Cota aproximada
765344	9895887	2398

Fuente: Autoras, (2019)

7.3 Delimitación del área para el proyecto.

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga sector Salache en la Universidad Técnica de Cotopaxi Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

En las instalaciones de los laboratorios CAREN se diseñó una cubierta de plástico para la adaptación de las plantas creando un microclima para el desarrollo del proyecto de investigación de las IFAs, es una estructura construida de manera rustica con pingos de madera, plástico alambre y clavos.



Ilustración 7: Delimitación del área para el proyecto

Elaborado por: Autoras, (2019)

7.4 Protocolo de toma de muestras (INEN) INAMHI.

7.4.1 Muestreo

-Llenado del recipiente

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte.

-La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

-Filtración y centrifugación de muestras, la materia en suspensión, los sedimentos, las algas y otros microorganismos deben ser removidos en el momento de tomar la muestra o inmediatamente después por filtración a través de papel filtro, membrana filtrante o por centrifugación.

-Adición de conservantes Los compuestos químicos de más uso son: a) ácidos, b) soluciones básicas, c) biácidos y d) reactivos especiales, necesarios para la conservación específica de ciertos elementos (por ejemplo: para la determinación de oxígeno, cianuros totales y sulfitos se requiere de la fijación para los mismos en la muestra inmediatamente en el sitio de la recolección).

-Es preferible realizar la adición de conservantes usando soluciones concentradas de tal forma que sean necesarios volúmenes pequeños; esto permite que la dilución de las muestras por estas adiciones no sea tomada en cuenta en la mayoría de los casos. Realizar un ensayo del blanco, cuando se determinan trazas de elementos, para evaluar la posible introducción de estos elementos en la adición de los conservantes; (por ejemplo: los ácidos pueden introducir cantidades significativas de mercurio, arsénico y plomo). En este caso se deben usar los mismos conservantes empleados en la muestra para preparar el ensayo del blanco.

-Transporte de las muestras, los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte. El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

-Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable. Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis.

-Recepción de las muestras en el laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

7.4.2 Rotulado

Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente. Al momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los conservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse y otros parámetros importantes que no se haya tenido en cuenta.)

7.5 Protocolo de muestreo de acuerdo con las especificaciones del INAMHI

Tabla 5: Requerimientos para la toma de muestra

Parámetro	Volumen min de muestra	Envases	Preservante	Recolección
Nitratos	100 ml	Plastico o vidrio	$\leq 6^{\circ}\text{C}$ acidifique con HCL M hasta pH <2 muestras cloradas necesitan acidificación.	Enjuagar el envase plástico dos veces con el agua que se va hacer recolectada llenar el envases, añadir a 0,5ml (10 gotas) de ácido clorhídrico si se encuentra con el reactivo, de no ser el caso cerrar bien el envase y mantenerlo en refrigeración con hielos hasta que llegue al laboratorio dentro de las primeras 48 horas de toma de muestra.
Nitritos y Fosfatos	200ml	Plastico o vidrio	$\leq 6^{\circ}\text{C}$ o congele hasta 20°C	Enjuagar el envase plástico dos veces con el agua que se va hacer recolectada llenar el

				envases, añadir a 0,5ml (10 gotas) de ácido clorhídrico si se encuentra con el reactivo, de no ser el caso cerrar bien el envase y mantenerlo en refrigeración con hielos hasta que llegue al laboratorio dentro de las primeras 48 horas de toma de muestra.
--	--	--	--	---

Fuente: INAMHI, (2019)

7.6 Adecuación del espacio para la instalación del sistema

En las instalaciones de los laboratorios CAREN se construyó un meso-cosmo, que proporcione un ambiente de temperatura controlada para el desarrollo de las especies vegetativas, este fue construido con vigas de madera y cubierto totalmente con plástico reciclado.



Ilustración 8: Adecuación del espacio para la instalación del sistema

Elaborado por: Autoras, (2019)

7.7 Construcción de la matriz flotante

7.7.1 Selección de materiales:

La matriz flotante se construyó con materiales reciclables y de bajo impacto ambiental, el marco está constituido por tubos y codos PVC de 2,5 pulgadas, pegamento de tubo, malla de poli cloruro de vinilo de 1.5cm de abertura, y correas de PVC. Estos materiales han sido seleccionados por su durabilidad y disponibilidad en el medio.

7.8 Ensamblado de la matriz flotante:

Los procesos se deben repetir de acuerdo al número de matrices que se vayan a construir, para el objeto de estudio se ha construido un total de tres y se describe el procedimiento para una sola matriz.

- Se debe obtener 4 tubos de 30 cm de longitud y para las uniones se usan 4 codos 2,5 pulgadas.
- Se ensamblado y sello con pega de tubo y en las uniones exteriores se aplica una capa de silicón.
- Una vez que se haya secado se procede con la fijación de la malla de soporte que debe medir 42cm en todos sus extremos.
- Finalmente se utiliza 12 correas de PVC para asegurar la malla al marco y se retira los excesos de materiales que sobresalgan de la matriz.
- La matriz flotante tiene un área de 0,60 m² y un perímetro de 1 m.

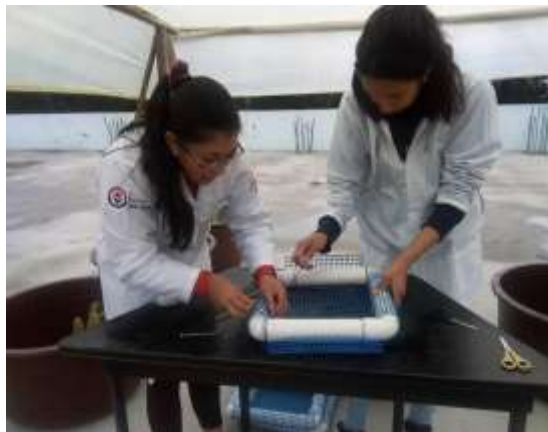


Ilustración 9: Ensamblado de la matriz flotante

Elaborado por: Autoras, (2019)

7.9 Implementación de sustrato

7.9.1 Elaboración de sustrato:

Las rocas pumina se obtiene de las riveras de los ríos y cuando son muy grandes se aplica una molienda manual.

La fibra de coco requiere de un proceso de elaboración que se detalla a continuación

- La fibra se extrae de manera manual de la corteza del coco, la fibra debe quedar a manera de hilos.

- El lavado se lo realiza con abundante agua, la sal se debe ir incorporando de manera progresiva con la finalidad de eliminar los aminoácidos de la fibra.
- Se realiza un nuevo lavado que retire la sal
- Finalmente se seca la fibra en la estufa durante 2 horas a una temperatura de 120°C.

Tabla 6: Materiales para la elaboración del sustrato

SUSTRATO	MATERIALES
Fibra de coco	<p>Agua</p> <p>Bandeja de aluminio</p> <p>Estufa binder</p> <p>3 kg de fibra de coco</p>

Fuente: Autores, (2019)



Ilustración 10: Elaboración de sustrato

Elaborado por: Autoras, (2019)

7.9.2 Aplicaciones del sustrato en el sistema:

Los tres sustratos son combinados en la matriz flotante son dispuestos en función de la morfología de las especies vegetativas.

Tabla 7: Características del sustrato.

Sustrato	Función	Peso kg/ matriz flotante	Porcentaje %

Fibra de coco	Funciona como un aislante entre el agua y la planta lo que disminuye enfermedades y plagas	0,24	25
Rocas pumina	Otorgar fijación y sostén	0,20	22

Fuente: Autoras, (2019)



Ilustración 11: Aplicaciones del sustrato en el sistema

Elaborado por: Autoras, (2019)

7.10 Adecuación del cuerpo hídrico

Para alojar estas aguas y a la estructura flotante se implementó 3 tinas de plástico con las siguientes características:

- Su volumen tiene una capacidad de 120 litros, cabe mencionar que en la investigación se manejó un volumen de 115 litros.

Tabla 8: Función del sistema aireador.

SISTEMA	ESTRUCTURA	FINALIDAD
Bomba de Aire Oxygenador Compresor 5w	La bomba de aire funciona con energía eléctrica, este posee dos salidas y se han adaptado tres válvulas que distribuyen el oxígeno a través de mangueras que llegan al interior de cada pecera, en ese lugar se acopla un difusor que distribuye de manera homogénea el oxígeno.	Proporcionar dinamismo al cuerpo hídrico. Emular las condiciones de entradas y salidas de un reservorio.

Fuente: Autoras, (2019)



Ilustración 12: Adecuación del cuerpo hídrico

Elaborado por: Autoras, (2019)

7.11 Adaptación de la achira (*C indica*) al sistema.

Tabla 9: Trasplante, siembra y adaptación de C. indica.

Especie	Trasplante/siembra	Adaptación
Achira, <i>Canna indica</i>	<p>Las plantas fueron extraídas manteniendo el suelo de su procedencia, y se instalaron en una cubeta de medio húmedo con abono orgánico y sustrato de avena durante 15 días.</p> <p>Se seleccionaron 4 plantas que presentaron mejores condiciones morfológicas y fueron trasplantadas en los extremos de las matrices flotantes.</p>	<p>Una vez constituido las estructuras flotantes con las especies vegetativas, fueron instaladas en las tinajas, el periodo de adaptación fue de 20 días, y a partir de ahí se inició con el primer análisis.</p>

Fuente: Autoras, (2019)



Ilustración 13: Adaptación de la achira (*C indica*) al sistema

Elaborado por: Autoras, (2019)

7.12 Determinación del porcentaje de remoción

Para determinar la eficiencia del sistema de islas flotantes con las especies en estudio, se analizan los datos y resultados de las concentraciones de nitratos, fosfatos y cromo obtenidos en cada pecera, aplicando la siguiente ecuación del porcentaje de remoción.

Para el cálculo del porcentaje de remoción se aplicó la siguiente formula:

Formula:

$$\% R = \frac{D1 - D2}{D1} \times 100$$

%R= Porcentaje de Remoción

D1= Concentración Inicial

D2= Concentración Final

7.13 Primera remoción (26/10/ 2018) a (21/11/2018)

7.13.1 Porcentaje general de Remoción de Nitratos (N)

$$\%R_{NT1} = \left(\frac{(1,6 - 0,0) \text{ mg/L}}{1,6 \text{ mg/L}} \right) * 100\%$$

$$\%R_{NT1} = 100\%$$

7.13.2 Porcentaje general de Remoción de fosfatos P

$$\%R_{PT1} = \left(\frac{(3,657 - 1,971) \text{ mg/L}}{3,657 \text{ mg/L}} \right) * 100\%$$

$$\%R_{PT1} = 46,10\%$$

7.14 Remoción (27/11/ 2018) a (17/12/2018)

7.14.1 Nitratos

$$\%R_{PT3} = \left(\frac{(153,5 - 44,37) \text{ mg/L}}{153,5 \text{ mg/L}} \right) * 100\%$$

$$\%R_{PT3} = 71,09\%$$

7.14.2 Remoción (17/12/2018) a (15/01/ 2019)

$$\%R_{PT3} = \left(\frac{(49,7 - 31,25) \text{ mg/L}}{49,7 \text{ mg/L}} \right) * 100\%$$

$$\%R_{PT3} = 37,12\%$$

7.15 Remoción (27/11/ 2018) a (15/01/2019)

7.15.1 Fosfatos

$$\%R_{PT1} = \left(\frac{(116,17 - 38,57) \text{ mg/L}}{116,17 \text{ mg/L}} \right) * 100\%$$

$$\%R_{PT1} = 66,79\%$$

7.15.2 Remoción (17/12/ 2018) a (15/01/2019)

$$\%R_{PT1} = \left(\frac{(68,88 - 37,43) \text{ mg/L}}{68,88 \text{ mg/L}} \right) * 100\%$$

$$\%R_{PT1} = 45.65\%$$

8. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El presente análisis de resultados tiene por objeto dar a conocer de forma detallada los resultados que se obtuvieron durante el proceso de investigación.

Una vez concluida la construcción de la estructura del sistema se determinó que las medidas idóneas de la misma son de 0.60 m^2 , para el desarrollo de las especies C. indica en una tina de 115 litros. El sustrato adecuado para el correcto desarrollo de las especies es la fibra de coco ya que actúa como medio aislante. La Figura 14-16 nos muestra los datos obtenidos del desarrollo de las especies vegetales.

Para visualizar de mejor manera el resultado de evaluación de remoción de los parámetros: nitratos, fosfatos de la tabla 10-13 se muestra las concentraciones y porcentajes de nitratos y fosfatos con las muestras de agua del río Cutuchi. A continuación las tablas 14 y 15 no muestra los resultados de las concentraciones y porcentajes de los parámetros evaluados en condiciones controladas.

8.1 Etapas de adaptación

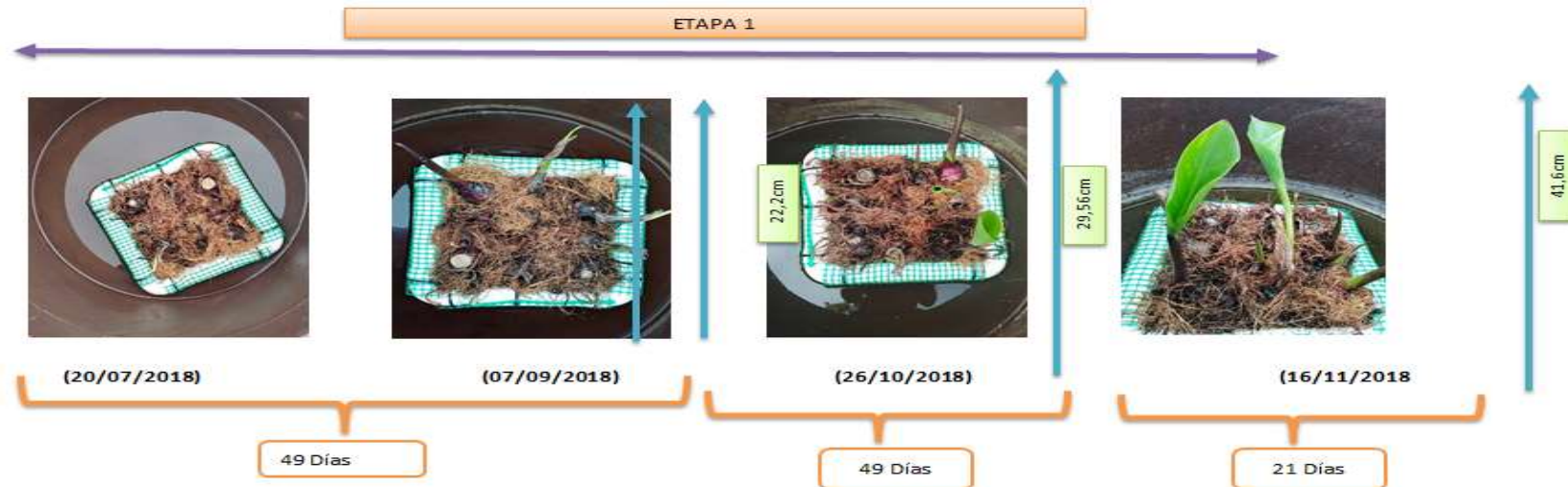


Ilustración 14: Evaluación etapas de adaptación

Elaborado por: Autoras, (2019)

- En la etapa de adaptación se establecieron las siguientes fechas, del (20/07/2018) al (07/09/2018), transcurrieron 49 días llegando a una altura de 22,2cm agregando un sobre de 10gr de (MEGA-GIBB) fitohormonas reguladoras de crecimiento para la planta.
- En la etapa de desarrollo desde la fecha del (07/09/2018) al (26/10/2018) transcurrieron 49 días donde alcanzó una altura de 29,56cm.
- De la fecha (26/10/2018) al (16/11/2018) transcurrieron 21 días por lo que alcanzó una altura de 41,6cm, en donde el (27/11/2018) se agregó tanto nutrientes como contaminantes: Nitrato (NO_3) 153,5mg/l y Fosfato (PO_4) 116, 17mg/l y sulfato de Cromo (Cr_2SO_4) 13,83 mg/l.

8.2 Etapa de desarrollo

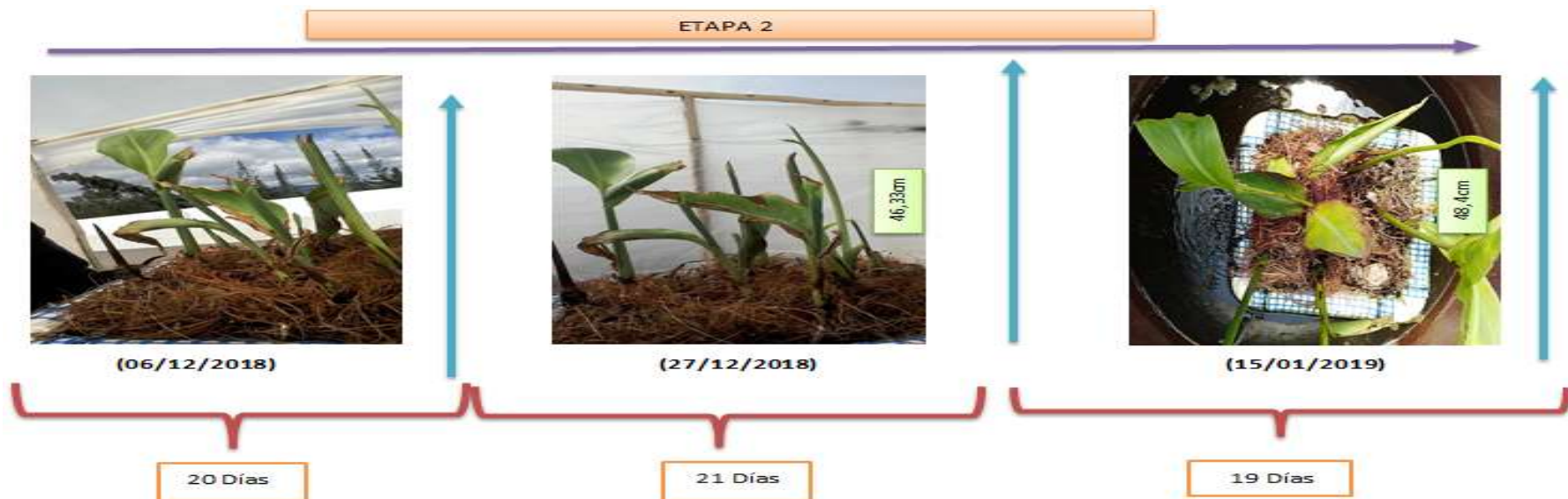


Ilustración 15: Evaluación etapas de desarrollo

Elaborado por: Autoras, (2019)

- En la fecha del (06/12/2018) alcanza una altura de 46,33cm y (27/12/2018) una altura de 48,4cm en donde ya se obtuvo resultados de laboratorio de los parámetros antes mencionados.
- En la etapa 2 la fecha (27/12/2018) al (15/01/2019) en el lapso de tiempo de 19 días la planta creció 51,73cm de altura.

8.3 Desarrollo de la raíz

Ilustración 16: Desarrollo de la raíz
CRECIMIENTO DE LA RAÍZ ESPECIE ACHIRA



Elaborado por: Autoras, (2019)

Desde el periodo (22/11/2018) hasta el (15/01/2019) el crecimiento inicial de las raíces de la achira (*canna indica*) fue de 4.8 cm llegando a alcanzar una longitud total de 38cm.

8.4 Concentración de los parámetros evaluados de agua procedente de río Cutuchi.

Se presenta la concentración de nitratos y fosfatos durante los periodos de muestreo establecido en condiciones no controladas. (Figura 21) y (Figura 22).

8.4.1 Concentraciones de nitratos

Tabla 10: Concentraciones de nitratos

CONCENTRACIONES	NITRATOS (mg/L)
CONCENTRACION INICIAL	1.6
CON SISTEMA	0.00
SIN SISTEMA	0.023

Fuente: INAMHI – LANCAS; Elaborado por: Autoras, (2019)

8.4.2 Concentraciones de nitratos

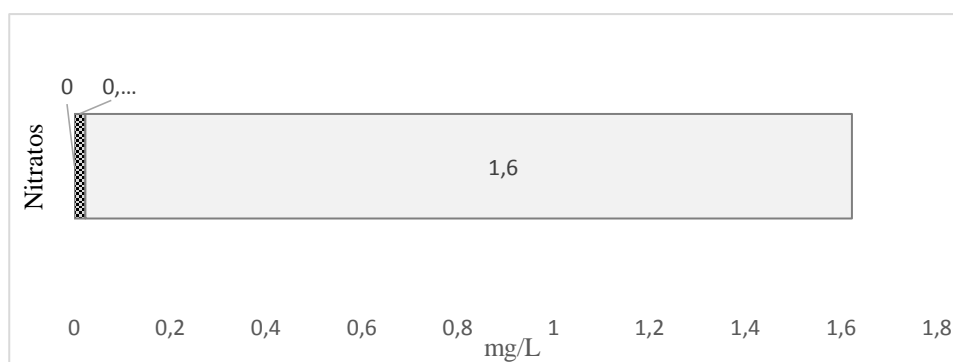


Ilustración 17: Concentraciones de nitratos

Fuente: INAMHI – LANCAS; Elaborado por: Autoras, (2019)

La concentración inicial de nitratos del río Cutuchi fue 1.6 mg/L (26/10/18); en un período de 26 días la concentración disminuyó a 0.0mg/L con sistema IFAs, mientras que en el tratamiento testigo (sin sistema) la concentración fue de 0.023 mg/L.

8.4.3 Concentraciones iniciales de fosfatos.

Tabla 11: Concentraciones iniciales de fosfatos

CONCENTRACIONES	FOSFATOS (mg/L)
CONCENTRACION INICIAL	3,657
SIN SISTEMA	1,971
CON SISTEMA	0.399

Fuente: INAMHI – LANCAS; Elaborado por: Autoras, (2019)

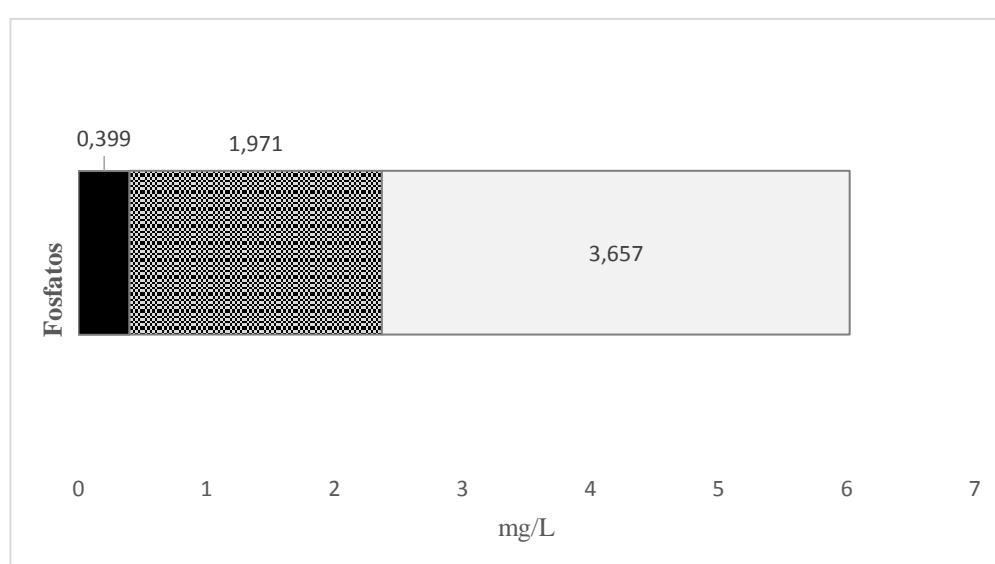


Ilustración 18: Concentraciones iniciales de fosfatos

Fuente: INAMHI – LANCAS; Elaborado por: Autoras, (2019)

La concentración inicial de fosfatos del río Cutuchi fue 3,657 mg/L (26/10/18); en un período de 26 días la concentración disminuyó a 1,971mg/L con sistema IFAs, mientras que en el tratamiento testigo (sin sistema) la concentración fue de 0,399 mg/L.

8.4.4 Porcentaje de absorción de nitratos y fosfatos.

Se compara los porcentajes de remoción de nitratos y fosfatos presentados por el tratamiento con IFA y sin la aplicación del sistema en condiciones no controladas. (Figura 19) y (Figura 20).

Tabla 12: Porcentaje de absorción

PORCENTAJE DE ABSORCION DE NITRATOS	
CON SISTEMA	100%
SIN SISTEMA	94.38%

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

8.4.5 Porcentaje de absorción de nitratos.

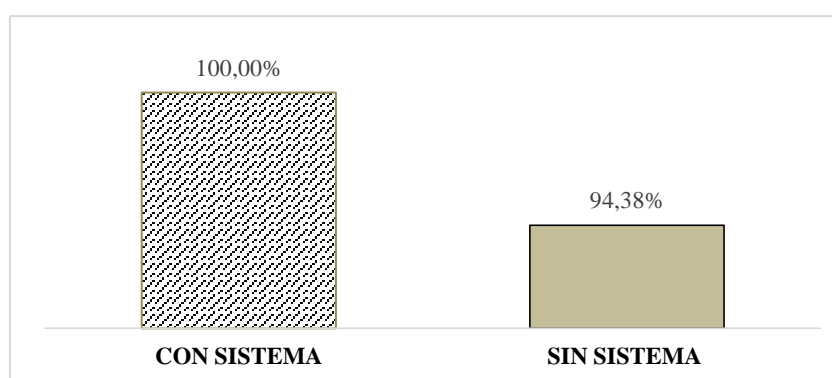


Ilustración 19: Porcentaje de absorción de nitratos

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

El porcentaje de absorción de nitratos fue del 100% para el tratamiento con sistema IFAs, mientras que en el tratamiento (testigo) porcentaje fue de 94.38% (12/11/18).

8.4.6 Porcentaje de absorción de fosfatos.

Tabla 13: Porcentaje de absorción de fosfatos

PORCENTAJE DE ABSORCION DE FOSFATOS	
CON SISTEMA	46,10%
SIN SISTEMA	79,76%

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

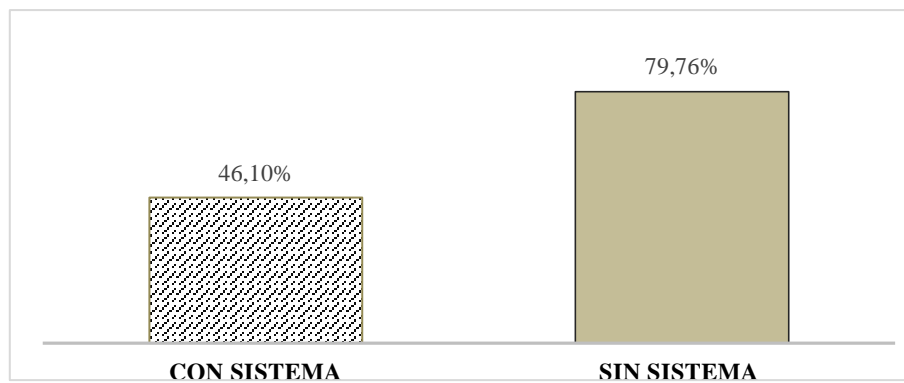


Ilustración 20: Porcentaje de absorción de fosfatos

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

El porcentaje de absorción de fosfatos fue de 46.10% para el tratamiento con sistema IFAs, mientras que en el tratamiento (testigo) el porcentaje fue de 79.76% (12/11/18).

8.4.7 Concentraciones de nitratos y fosfatos en condiciones controladas.

Se establecen las concentraciones y porcentajes de remoción de nitrato y fosfato en condiciones controladas. (Figura 20) y (Figura 21).

8.4.8 Variación general de concentraciones.

Tabla 14: Variación general de concentraciones

CONCENTRACIÓN (mg/L)	PERIODO (17/11/18)	PERIODO (17/12/18)	PERIODO (17/12/18)	PERIODO (15/01/18)
FOSFORO	116,17	38,67	154,74	37,43
NITRATOS	153,5	44,37	197,87	31,25

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

8.4.9 Variación general de concentraciones

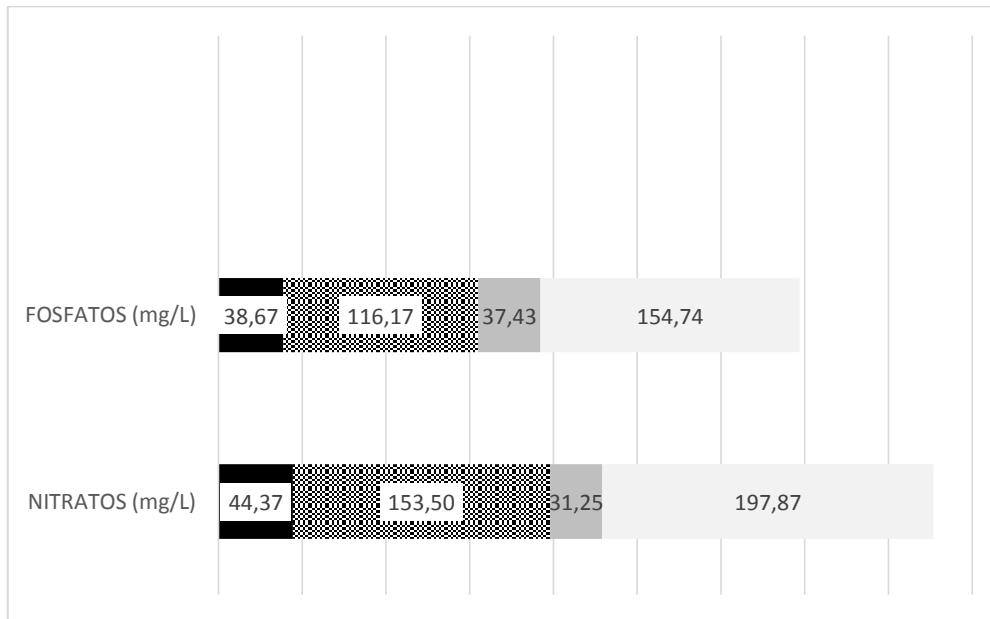


Ilustración 21: Variación general de concentraciones

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

La concentración inicial de fosfatos y nitratos en condiciones controladas fue 116,17 mg/L y 153,5 mg/L respectivamente (27/11/18). En un período de 20 días la concentración de los parámetros evaluados disminuyó a 38,67mg/L y 44,37 mg/L. Posteriormente el siguiente periodo (15/01/19) se presentó una reducción de, 37,43 mg/L y 31,25 mg/L en fosfatos y nitratos respectivamente.

9. Porcentaje general de remoción de condiciones controladas.

Tabla 15: Porcentaje general de remoción de condiciones controladas

PARAMETRO	PORCENTAJE DE REMOCION
FOSFATOS	56.22%
NITRATOS	54.11%

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

9.1 Porcentaje general de remoción de condiciones controladas

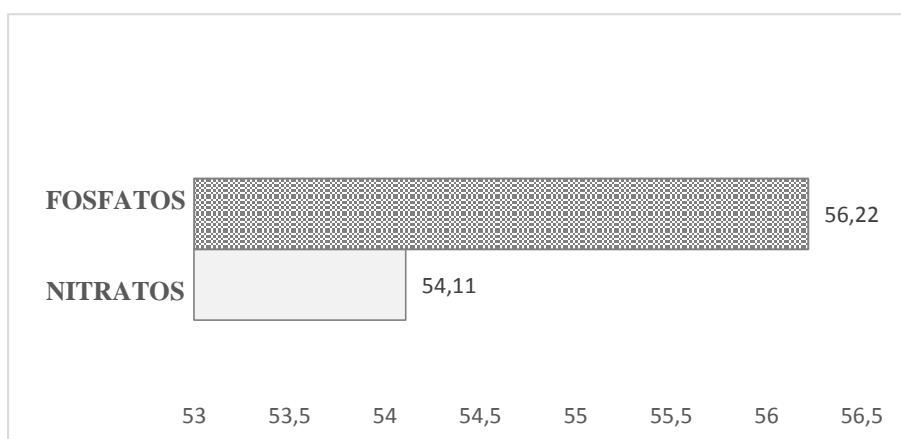


Ilustración 22: Porcentaje general de remoción de condiciones controladas

Fuente: INAMHI – LANCAS; **Elaborado por:** Autoras, (2019)

El porcentaje general de remoción (absorción) en condiciones controladas fue 56,22% de fosfatos y 54,11% de nitratos.

10 Islas Flotantes Artificiales como alternativa eco tecnológica.

Una vez concluida la evaluación se puede proponer que el sistema IFAs constituye una alternativa para mejorar la calidad de agua en la remoción de nitratos y fosfatos. Este sistema se puede replicar en la provincia de Cotopaxi en aguas procedentes de florícolas y actividades florícolas (nitratos y fosfatos. Estas descargas de aguas residuales son tratadas parcialmente con métodos convencionales y por otro lado las descargas de florícolas no presentan ningún tratamiento.

9. CONCLUSIONES

- ❖ La matriz flotante como lecho de cultivo ha demostrado ser apto para el desarrollo de especie vegetativa Achira (C.Indica), debido a que sea evidenciado que el promedio de crecimiento es similar al presentado en su medio natural, teniendo en cuenta que su periodo de adaptabilidad fue de 60 días desde su plantación de las cepas.
- ❖ Islas Flotantes Artificiales en un periodo de cuatro meses presenta los siguientes porcentajes de remoción Nitratos 54,11% y Fosfatos 56,22% demostrando una eficiente en la remediación del recurso hídrico.
- ❖ Basado en el análisis de laboratorio y en la evaluación de porcentaje de remoción para cada parámetro en estudio, se considera pertinente proceder con la aplicación del sistema para mejorar la calidad de agua de reservorios y para el tratamiento de aguas residuales.

10. RECOMENDACIONES

- ❖ La matriz flotante diseñada presento excelentes características de resistencia, durabilidad y flotabilidad siendo posible su aplicación para el desarrollo de otras especies vegetales.
- ❖ Los muestreos se pueden realizar con la mayor frecuencia y de acuerdo a los protocolos establecidos, para obtener mayor precisión en la evaluación de resultados.
- ❖ Antes de su aplicación es importante conocer el volumen a tratar y la calidad de agua y de acuerdo a estos parámetros seleccionados la especie (C.Indica) para el sistema.

11. BIBLIOGRAFÍA

- (09 de-2016.). Global Colibri Engineering and Consulting, . En “*Islas Flotantes Colibrí. Depuración de aguas residuales,*” [Online]. Available: <http://www.globalcolibri.com/es/islasflotantes.php>.
- A. Burrough, P. &. (1998). Principle of Geographic Information Systems.
- Admin. (2008). Problemas de contaminación en el agua.
- Ángela Quishpe, Ernesto de la Torre y Alicia Guevara. (2010). Tratamiento de efluentes líquidos de la industria de curtido mediante precipitación química . . . *Revista Politécnica*, Vol. 31(1): 117–122.
- Aziz, H.A., M.N. Adlan, and K.S. Ariffin,. (2008). Heavy metals (Cd, Pb, Zn, Ni, Cu and Cr (III)) removal from water in Malaysia: post treatment by high quality limestone. 99(6).
- Chiu, R. (. (s.f.). MÉTODO DE INTERPOLACIÓN DE KRIGING.
- Deus, L. A. (2016). GeoAmazonas - GIA for water Resources Management. Journal of Geographic Information System.
- Fermín., C. M. (2016). *Estadística Descriptiva y Probabilidad*. México.
- Fonseca K, Ilbay M. (2017). Congreso Internacional de Investigacion Cientifica-UTC. *Congreso Internacional de Investigacion Cientifica-UTC* (pág. 1). LATACUNGA: UTC.
- Gallardo, A. (2003). Spatial Variability of Soil Properties in a Floodplain Forest in Northwest Spain. *Ecosystems* 6, 564 – 576.
- García Barbancho, A. (1973). *Estadística elemental moderna*. Málaga: Ariel SA.
- García Pérez, A. (1992). *Estadística aplicada: Conceptos básicos*. Madrid.
- García, M. &. (2004). Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Revista Ecosistemas*.
- Guzmán-Colis, G. T.-L.-N.-B.-G. (2011). Evaluación Espacio-Temporal De La Calidad Del Agua Del Río San Pedro. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*., 89-102.
- Guzmán-Colis, G., Thalasso, F., Ramírez-López, E. M., Rodríguez-Narciso, S., Guerrero-Barrera, A. L., & Avelar-González, F. J. (2011). Evaluación Espacio-Temporal De La Calidad Del Agua Del Río San Pedro En El Estado De Aguascalientes, *Revista Int. Mexico*.
- Hora, D. L. (Diciembre de 2017). Ecuador 88% de las aguas residuales llegan a los ríos. *La Hora*.

- Hubbard, R. K. (2010). "Floating Vegetated Mats for Improving Surface Water Quality," in *Emerging Environmental Technologies*, Volume II, Springer, Dordrecht.
- Jian-feng, Z., Gu-yuan, L., Xiao-yi, X., Jia, C., and Wei-qun, S., . (2003). "Canna indica and Acorus calamus Ecological Floating Beds for Purification of Micro-polluted Source Water," *China Water & Wastewater*,. vol. 3,.
- Josabeth. (2015). *Análisis y Tratamiento de Aguas: Oxígeno Disuelto*.
- Kamble, R. and Patil, D. (2012). En "*Artificial floating island: solution to river water pollution in India. Case study: rivers in Pune City.*," presented at the *International Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology IPCBEE*. vol .41.
- L. Sun, Y. Liu, and H. Jin,. (January. 2009.). "Nitrogen removal from polluted river by enhanced floating bed grown canna,". *Ecol. Eng.*, vol. 35 no. 1.
- MAE. (2017). Plan de descontaminación del Río Cutuchi. *Ministerio del Ambiente*.
- Melo, C. (2012). *Análisis Geoestadístico Espacio Tiempo*. Barcelona.
- Moral García, F. J. (2004). Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas*.
- OMS. (2017). Monitoreo de la Calidad del agua: Guía práctica para diseñar e implementar estudios y programas de monitoreo. *Ecociencia*.
- Quezada, R, Varela, E., and Rosa, M. A., . (2012). "Remediación natural para completar la depuración del cromo (VI) en efluentes de curtiembres.," Universidad Tecnológica Nacional.
- Ramalho, R. S. (1990). Tratamiento de Aguas Residuales. *Reverte*.
- Robertson, G. (1987). Geostatistics in ecology: interpolating with known variance. *Ecology* 68, 744-748.
- Robertson, G. (1987). Geostatistics in ecology: interpolating with known variance. . *Ecology*, 744-748.
- RODIER, J. (1990). *Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. Barcelona: Omega.
- SAWYER, C., & McCARTY, P. (1996). *Chemistry for Environmental Engineering*. New: McGraw Hill.
- SENAGUA. (2017). Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua.
- Shennan, S. (1992). *Arqueología cuantitativa*. Barcelona: Editorial Crítica.

- Steel, R.G.D, and Torrie, J. H. (1960). *Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences*. New York: McGraw Hill.
- Tapia, V. B. (2013). *Propuesta de un Plan de Manejo de la microcuenca del Río Cutuchi*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Tapia, V., Benjamín, V., Vásquez, Q., & Augusto, C. . (2013). *La microcuenca del Río Cutuchi*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. . Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/5754>
- Tapia, V., Benjamín, V., Vásquez, Q., & Augusto, C. . (2013). Propuesta de un Plan de Manejo de la microcuenca del Río Cutuchi. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado a partir de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/5754>.
- Vásquez R., Yáñez E. (2015). *CARATERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS EFLUENTES DE AGUA AL RÍO CUTUCHI EN EL SECTOR LASSO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2015*. LATACUNGA: UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.
- Wackerly, D., & Scheaffer, W. (2008). *Mathematical Statistics with Applications (7 edición)*. USA: Belmont, CA.
- Weber, W. J. (2003). Control de la Calidad del agua: procesos físicoquímicos. *Reverte*.

KALINA MARCELA FONSECA LARGO, MSc

Ecología & aprovechamiento de recursos naturales



INFORMACIÓN PERSONAL

MSc. Kalina Fonseca, docente de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

CONTACTO

Universidad Técnica de Cotopaxi, sede Salache, parroquia Eloy Alfaro, barrio Salache Bajo Email:
kalina.fonseca@utc.edu.ec
Tel: 0996267102

FORMACIÓN PROFESIONAL

Master en Ecología y Aprovechamiento de los Recursos Naturales; Russian State Hydrometeorological University; 2016-10-11

RECONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS

Ganadora del primer puesto del "2do Concurso Nacional de Investigación Agroeconómica" (Categoría pregrado), realizado por el MAGAP, Ecuador.

EXPERIENCIA INVESTIGATIVA

PONENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Evento: I Congreso Internacional de Investigación Científica de la Universidad Técnica de Cotopaxi
Tema: Evaluación Espacio – Temporal de la Calidad del Agua de la Microcuenca del Río Cutuchi

Fecha: 22-24 de Noviembre de 2017

Evento: Primera Convención Científica Internacional de la UTM 2017

Tema: Comparación de métodos de interpolación para la estimación comparación de métodos de interpolación para la estimación de temperatura del reservorio CEASA

Fecha: 18-20 de Octubre de 2017

Evento: Primeras jornadas Ciencias Naturales y Matematicas ESPOL

Tema: Islas Flotantes Artificiales: Una alternativa ecotecnológica para el tratamiento de aguas contaminadas

Fecha: 25/09/2017

Evento: 21st Century Watershed Technology Conference and Workshop Tema

1: Pronósticos de contaminación del río Pacayacu, Ecuador.

Tema 2: Pronósticos de inundación

Lugar: Ecuador

Fecha: 05 de Diciembre de 2016

Evento: Encuentro de investigadores juveniles Rusia

Tema: Evaluación de la contaminación de las aguas superficiales como resultado de la explotación petrolera en la cuenca del río Pacayacu, Ecuador

Lugar: Universidad Estatal de San Petersburgo, Rusia

Fecha: 14 de Junio de 2016

RECONOCIMIENTOS ACADÉMICOS

Diploma rojo, reconocimiento simbólico a la mejor egresada de la maestría en Rusia. Becada del gobierno de Ecuador para estudios de posgrado en Rusia



12. ANEXOS.

Anexo1. Hojas de vida

HOJA DE VIDA



➤ INFORMACIÓN PERSONAL

APELLIDOS:	BERMEO ZAPATA
NOMBRES:	RAQUEL ESTEFANIA
Nº DE CEDULA DE IDENTIDAD:	050378116-3
NACIONALIDAD:	ECUATORIANA
FECHA DE NACIMIENTO:	11 DE MAYO DE 1993
LUGAR DE NACIMIENTO:	COTOPAXI/LATACUNGA/TANICUCHI
EDAD:	24 AÑOS
ESTADO CIVIL:	SOLTERA
DOMICILIO:	TANICUCHI BARRIO PUCARA
TELÉFONO:	0987879644

➤ ESTUDIOS REALIZADOS:

ESTUDIO PRIMARIO:
ESCUELA BATALLA DE PANUPALI TANICUCHI

ESTUDIO SECUNDARIO:
COLEGIO GENERAL MARCO AURELIO SUBIA MARTINEZ

➤ TÍTULOS OBTENIDOS:

BACHILLER EN QUIMICO BIOLOGO

➤ REFERENCIAS PERSONALES:

✓ SRA. MARIANA ZAPATA	TELÉF. 0998304537
✓ SRTA. CINTHYA GUZMAN	TELÉF. 0996655335

HOJA DE VIDA



➤ **INFORMACIÓN PERSONAL**

APELLIDOS:	TIGSE MASAPANTA
NOMBRES:	WENDY TAMARA
Nº DE CEDULA DE IDENTIDAD:	050390766-9
NACIONALIDAD:	ECUATORIANA
FECHA DE NACIMIENTO:	8 DE MAYO DE 1995
LUGAR DE NACIMIENTO:	
COTOPAXI/LATACUNGA/TOACASO	
EDAD:	23 AÑOS
ESTADO CIVIL:	SOLTERA
DOMICILIO:	TOACASO CENTRO CALLE
PICHINCHA	
TELÉFONO:	0962933448

➤ **ESTUDIOS REALIZADOS:**

ESTUDIO PRIMARIO:
ESCUELA DOCTOR JOSE MARIA VELASCO IBARRA

ESTUDIO SECUNDARIO:
COLEGIO TECNICO REFERENCIAL LUIS FERNANDO RUIZ

➤ **TÍTULOS OBTENIDOS:**

BACHILLER EN SECRETARIADO

➤ **REFERENCIAS PERSONALES:**

✓ SR. BOLIVAR GOMEZ	TELÉF. 0979959433
✓ SRA. NANCY SILLO	TELÉF. 0999491164

IFAS	
Anexo2: DELIMITACIÓN DEL ÁREA PARA EL PROYECTO	
	
Anexo3: ADECUACIÓN DEL ESPACIO PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA	Anexo4: ELABORACION DE FIBRA DE COCO
	
Anexo 5: LAVADO DE LA FIBRA	
	

Anexo 6: SECADO DE LA FIBRA



Anexo 7: ELABORACION DE LA ESTRUCTURA DE LAS IFAS



Anexo 8: PUESTA DE LA FIBRA EN LA ISLA



Anexo 9: PLANTACION DE LA ACHIRA EN LA FIBRA



Anexo 10: ISLAS TERMINADAS



Anexo 11: PUESTA DE AGUA EN LAS IFAS



Anexo12: TOMA DE MUESTRAS



DESARROLLO DE LA PLANTA

Anexo 13: Matriz crecimiento de la planta

Matriz Fenológica ACHIRA				
TINA	FECHA	P (1)	P(2)	P(3)
1	26/10/2018	25,5	10	21,5
2		53	30	38
3		62,5	35,5	47
1	31/10/2018	26,3	12,4	23,4
2		53,4	31,8	39,5
3		63	37,2	48,3
1	09/11/2018	28,4	13	26,3
2		55	32,2	41,3
3		63,4	38,5	50,2
1	16/11/2018	30,8	13,2	28,5
2		55,3	33,6	44
3		64,1	40,2	53,2
1	22/11/2018	32	14,4	29,5
2		56	35	46,3
3		65	43,2	55,9
1	29/11/2018	34,6	15,1	30,2
2		56,3	36,5	47,4
3		65,3	46,1	58,7
1	06/12/2018	35,1	17,9	31,1
2		57,5	38,1	49,1
3		66,6	48,1	61,6
1	13/12/2018	36,5	20,5	32
2		61,3	40,8	51
3		67	52,3	64,1

Análisis de Laboratorio

Anexo14: Primer resultado.

Fue enviado el 26 de octubre del 2018, obteniendo los siguientes resultados:



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-589

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	1,60
Nitritos ⁽¹⁾	PE08	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₂ ⁻ B	mg/L	0,230 ^(a)
TPH	PE47	Standard Methods Ed 23, 2017. 5520 C y F	mg/L	0,43 ^(a)
Fosfatos ⁽¹⁾	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	1,971
Coliformes fecales ⁽¹⁾	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	1,7E+05
Plomo*	PE75	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,00
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,000


REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

"Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"*

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

"(1) Los resultados de ensayo podrían estar afectados por las condiciones de recepción de la muestra."


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio

Anexo15: Segundo resultado.

Fue enviado el 20 de noviembre del 2018, obteniendo los siguientes resultados:



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-618

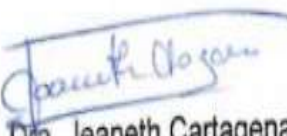
Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	0,00 ^(a)
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	3,657
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	7,8

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C. 15-005"


"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio

Anexo16: Tercer resultado

Fue enviado el 27 de noviembre del 2018, obteniendo los siguientes resultados:

Tina 1:



INAMHI
LANCAS
Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos


RC38-05

INFORME DE RESULTADOS

N°. 18-689
Pág. 2 de 3


Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ - B	mg/L	14,18
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C	mg/L	145,750 ^(*)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	240,0
Cromo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	286,00

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"
"(*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio



Tina 2



INAMHI
LANCAS
Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos


RC38-05

INFORME DE RESULTADOS

N°. 18-690
Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ - B	mg/L	14,10
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C	mg/L	133,225 ^(*)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	130,0
Cromo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	486,398

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"
"(*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio

LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-691

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	14,02
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-P C.	mg/L	113,575 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	240,0
Cromo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	812,517

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


 Dra. Jeanneth Cartagena
 Responsable de Laboratorio
 INSTITUTO NACIONAL
 DE CALIDAD DE AGUAS
 Y SEDIMENTOS - LANCAS

Anexo17: Cuarto resultado

Fue enviado el 17 de diciembre del 2018, obteniendo los siguientes resultados:

Sin nutrientes

Tina 1



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

Nº. 18- 762

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	41,68
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	23,430 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,8
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,028

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación Nº SAE LE C 15-005"

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS - LANCAS



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18- 764

Pág. 2 de 3


Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	38,68
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-P C.	mg/L	30,935 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,8
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,051

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS - LANCAS

Tina 3

Con nutrientes



E

R

N

F

C

C

R

"

"

"



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

Nº. 18- 763

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	88,55 ^(a)
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-P C.	mg/L	17,715 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	9,2E+04
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,188

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación Nº SAE LE C 15-005

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUAS
Y SEDIMENTOS - LANCAS

Tina 1

Tina 2



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18- 765

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ ⁻ B	mg/L	78,55 ^(a)
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	23,430 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	2,4E+04
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,114

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
 LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS - LANCAS

Tina 3

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 18-767

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ -B	mg/L	87,89 ^(a)
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	46,655 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,8
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,276

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS - LANCAS

Anexo18: Quinto resultado

Fue enviado el 15 de Enero del 2019, obteniendo los siguientes resultados:

Tina 1

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N°. 19-001

Pág. 2 de 3

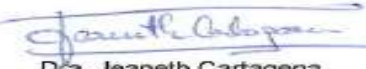
Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ -B	mg/L	13,54
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	17,360 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	4,5
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,034

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"


Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS - LANCAS

Tina 2



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

Nº. 19-002

Pág. 2 de 3

Método Interno



INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

Nº. 19-003

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO ₃ -B	mg/L	66,49
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-P C.	mg/L	47,725 ^(a)
Coliformes fecales	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,6
Cromo*	PE79	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 A y B	mg/L	0,638

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación Nº SAE LE C 15-005"

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

"(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio



Tina 3